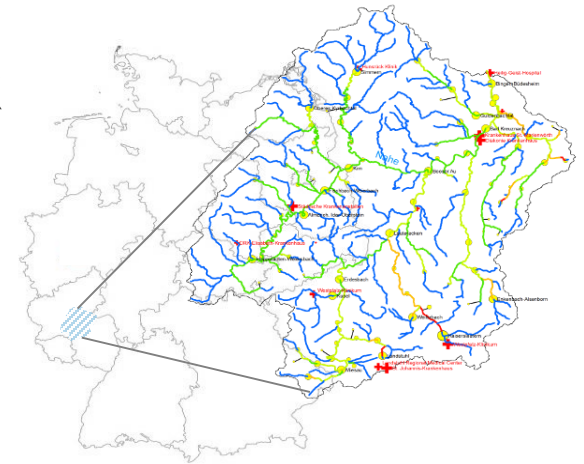


Stoffflussbilanzierung von Spurenstoffen

Erfahrungen mit dem Modell GREAT-ER
aufgezeigt am Beispiel der Nahe (RLP)

Gerd Kolisch, Yannick Taudien (WiW mbH)
Henning Knerr, Oliver Gretzschel (Uni KL)



Erfahrungen und Ergebnisse bei der Modellierung von Spurenstoffen mit dem Modellsystem GREAT-ER 4.1

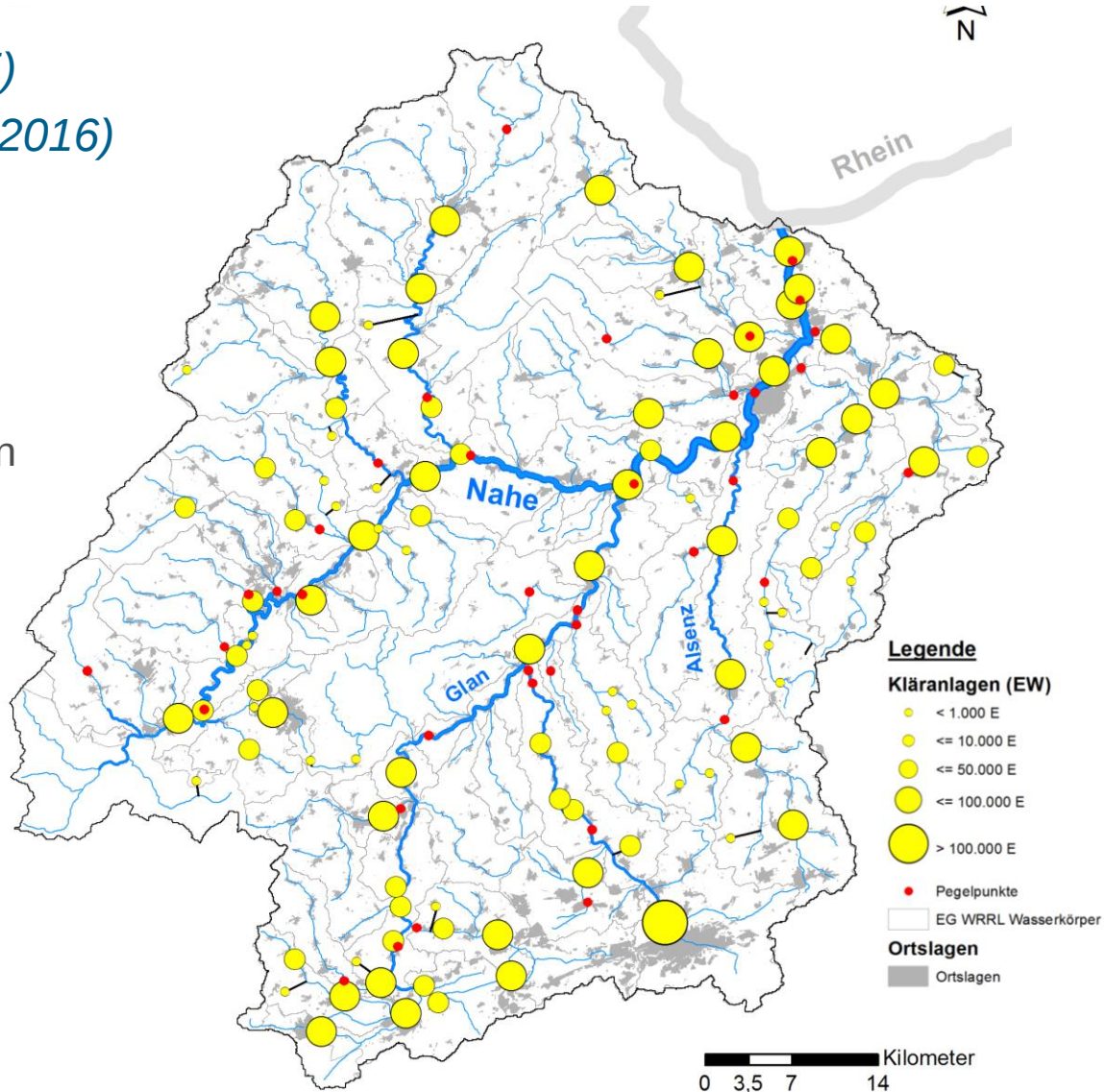
Inhalt

- (1) Arbeiten mit GREAT-ER
- (2) Modellierung des IST-Zustands
- (3) Modellierung von Maßnahmenzenarien
- (4) Interpretation der Ergebnisse
- (5) Zusammenfassung und Diskussionspunkte

Projekt **Mikro_N** (2012-2015)

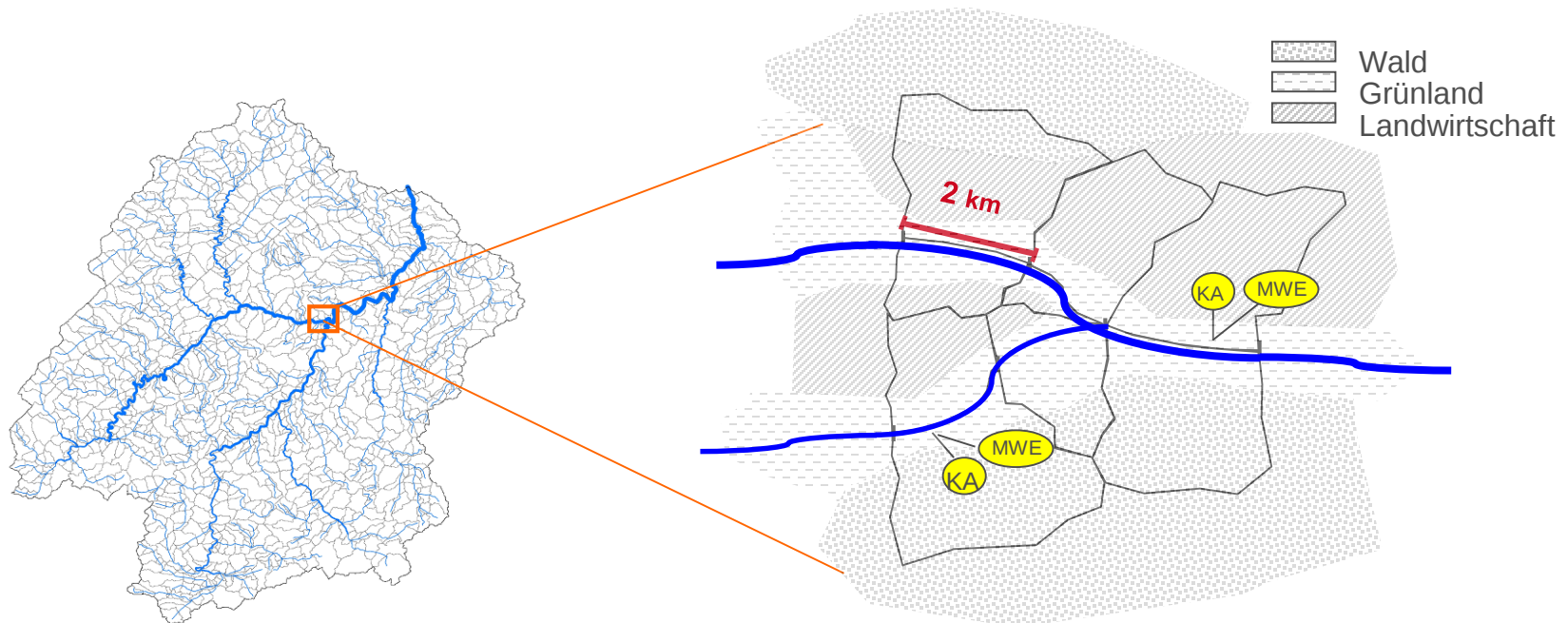
Projekt **Mikro_System** (seit 2016)

- 4.065 km² Fläche
- 125 km Fließlänge der Nahe
- 1.515 km mit Nebengewässern
- 100% Mischkanalisation
- 104 kommunale Kläranlagen
- 15 Krankenhäuser

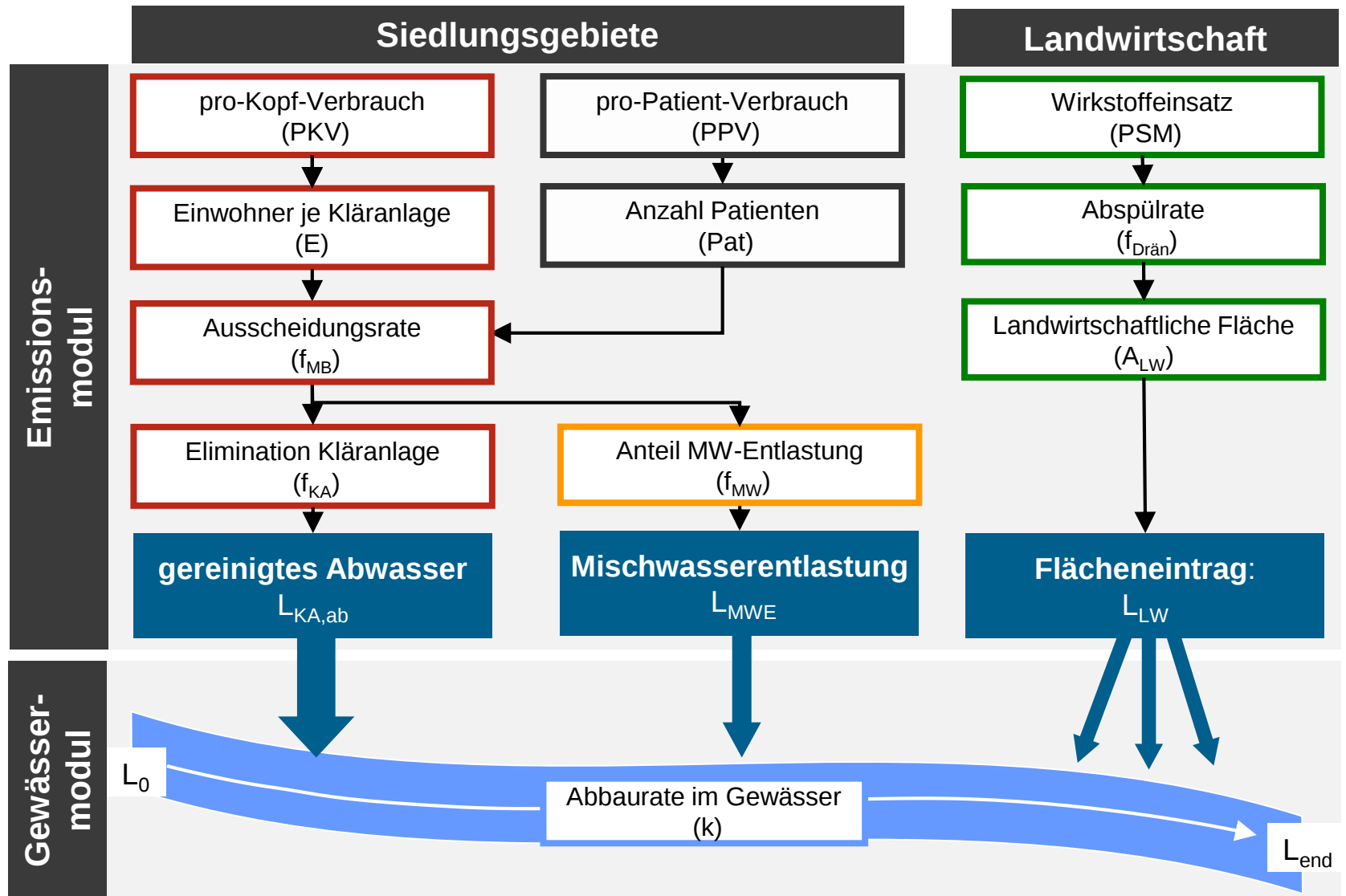


Vorstellung Modellsystem GREAT-ER

- **G**eography-referenced **R**egional **E**xposure **A**ssessment **T**ool for **E**uropean **R**ivers
- Fließgewässernetz aus fast 1000 einzelnen Abschnitten (< 2 km)
- Einträge aus Siedlungsflächen über Kläranlagen / MW-Entlastung
- Frachten aus Landwirtschaft über Abspülung entlang der Fließstrecke
- Georeferenzierte Konzentrationen aus Fracht und Durchfluss
- Massenbilanz für jeden Flussabschnitt



Modellaufbau von GREAT-ER



Vergleich bestehender Modellsysteme

Modell	GREAT-ER 4	Götz/Siegrist	MoRe / MONERIS	DRIPS
Quelle	Klasmeier 2011 Kehrein 2013	Götz 2011 u. 2012	Fuchs 2010	Röpke 2004
Skala	Gewässerabschnitte < 2 km Länge	Gewässerabschnitte zwischen Einleitern	Flussgebietsebene, flächenspez. Einträge für Modellgebiete (Ø 135km ²)	Teileinzugsgebiete der Fließgewässer (Ø 1.000 km ²)
Stoffarten	Arzneimittel, Industrie	Arzneimittel, Industrie	Nährstoffe, Schwermetalle, PAK Arzneimittel	PSM
Stoffquellen	Kläranlagen, Direkteinleiter	Kläranlagen	Punktquellen und diffuse Quellen	Diffuse Quellen aus der Landwirtschaft
Betrachtungsweise	Emission und Immission	Emission und Immission	Emissionsbetrachtung	
Berücksichtigung Gewässerabbau	Ja	Nein	Nein	Nein
Berechnung von Konz. Im Gewässer	Ja	Ja	Nein	Ja
Gewässerbewertung	Ja	Ja	Nein	Nein

Eingangsdaten für GREAT-ER

Verbrauch
Ausscheidungsrate
MW-Entlastung
Krankenhausanteil
Flächeneintrag
Elimination KA
Elimination 4.RS
Gewässerabbau
UQN-Werte

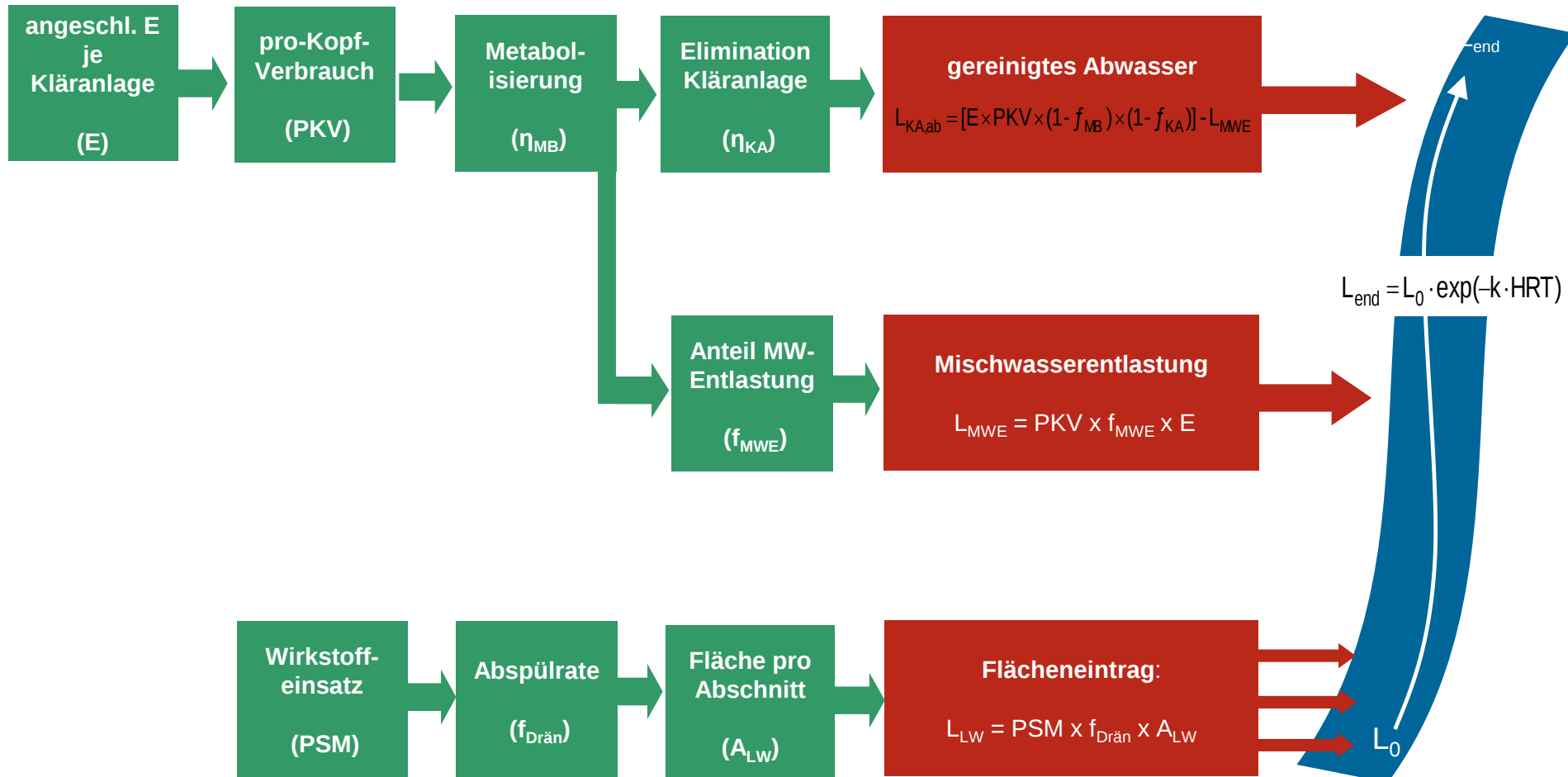
Mikro_N Inputdaten Greater Stand 16.10.2014		Emissionskennwerte			Emissionen bei MQ-Abfluss					Gewässer-Elimination					Isikobewertur
		Verbrauch	ausgeschieden	MW-Entlastung	Hospital Input	Wash Off LW	Wash Off Obst, Wein	Belebtschlamm	4. Reinigungsstufe	Bioabbau	Hydrolyse	Photolyse	Ausgasung	Sedimentation	UQN (AA-EQS)
Referenzparameter		[kg/(EW*a)]	[%]	[%]	[%]	kg/(ha*a)	kg/(ha*a)	[%]	[%]	[1/h]	[1/h]	[1/h]	[m/h]	[L/kg]	[µg/l]
Pharmaka	DIATR Amidotrizoesäure	0,001240	99,0%	6,0%	90%	-	-	4,7%	9,4%	0	0	0	0	10	1,0
	CBZ Carbamazepin	0,000943	15,0%	6,0%	-	-	-	4,7%	84,6%	0	0	0,01	0	7	0,5
	DCF Diclofenac	0,001638	27,0%	6,0%	-	-	-	51,7%	79,9%	0	0	0,04	0	450	0,05 / 0,1
	MTP Metoprolol	0,003153	11,0%	6,0%	-	-	-	21,6%	84,6%	0	0	0,0008	0	16	64
	SMX Sulfamethoxazol	0,000261	35,0%	6,0%	-	-	-	56,4%	56,4%	0	0	0,0468	0	4	0,6
	BZF Bezafibrat	0,000326	50,0%	6,0%	-	-	-	57,3%	70,5%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,46
PSM*	CBD Carbendazim	0,000006	100,0%	44,0%	-	0,00005	0	2,2%	42,0%	0,0037	0,0001	0	0	0	0,34
	DEET DEET	0,000094	100,0%	44,0%	-	0	0	30,8%	42,0%	0	0	0	0	0	41
	DRN Diuron	0,000017	100,0%	44,0%	-	0	0	11,2%	36,4%	0,0033	0	0,0007	0	0	0,2
	GPS Glyphosat	0,000330	100,0%	44,0%	-	0,00007	0,00132	28,0%	16,8%	0,0116	0	0,0004	0	0	108
	IPT Isoproturon	0,000011	100,0%	44,0%	-	0,00019	0	8,4%	33,6%	0,0007	0	0,0006	0	0	0,3
	MCP Mecoprop	0,000021	100,0%	44,0%	-	0,00005	0	12,3%	33,6%	0,0008	0	0,0007	0	0	0,1
	TBT Terbutryn	0,000012	100,0%	44,0%	-	0	0	24,6%	36,4%	0,0011	0	0,0578	0	0	0,065
Sonstige	PFOS PFOS	0,000025	100,0%	44,0%	-	-	-	16,8%	28,0%	0	0	0	0	0	0,23 / 0,00065

Ermittlung der Eingangsdaten

Substanzparameter

Emissionen

Immission

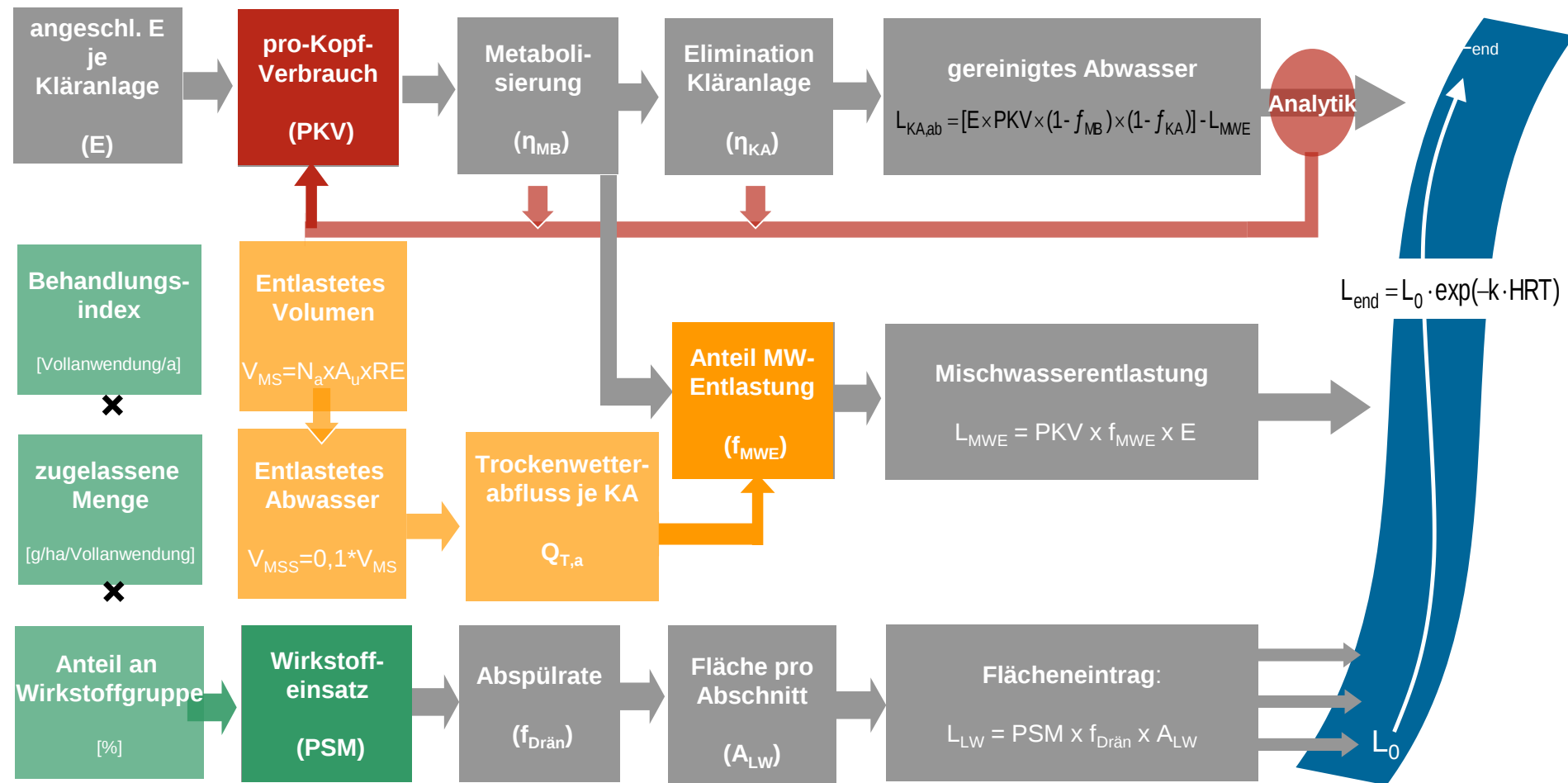


Ermittlung der Eingangsdaten

Substanzparameter

Emissionen

Immission



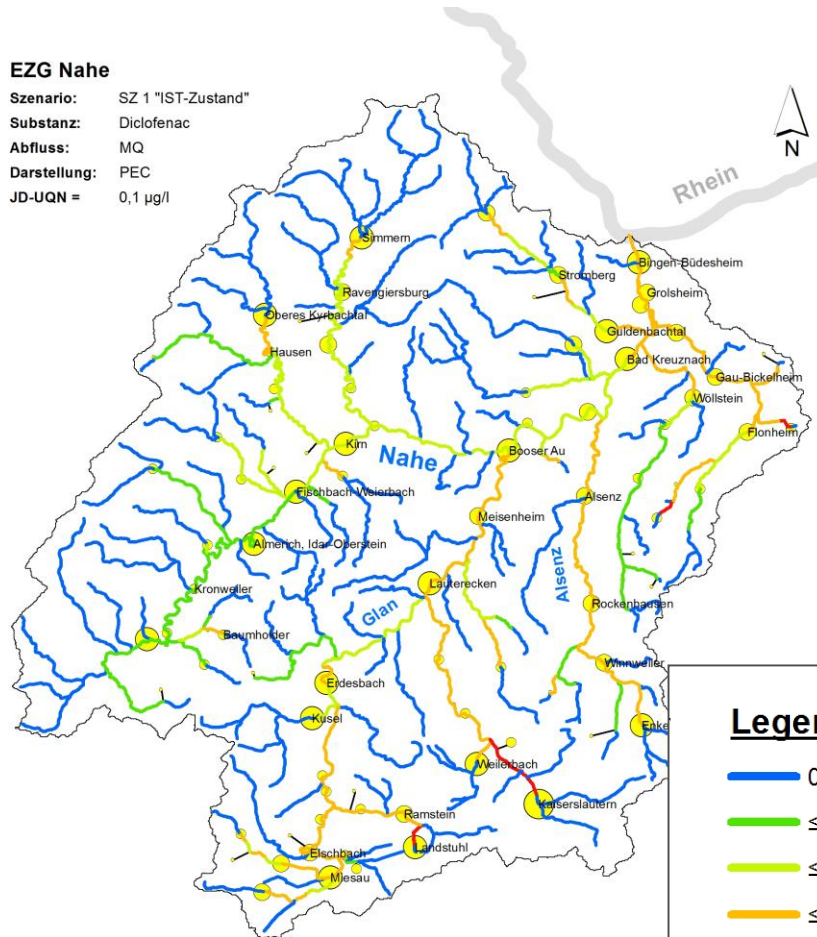
Modellierung des IST-Zustandes

Flächendeckend berechnete Konzentrationen (PEC) im gesamten EZG

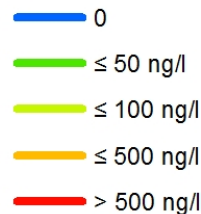
Gewässerabfluss: **MQ**

EZG Nahe

Szenario: SZ 1 "IST-Zustand"
Substanz: Diclofenac
Abfluss: MQ
Darstellung: PEC
JD-UQN = 0,1 µg/l



Legende

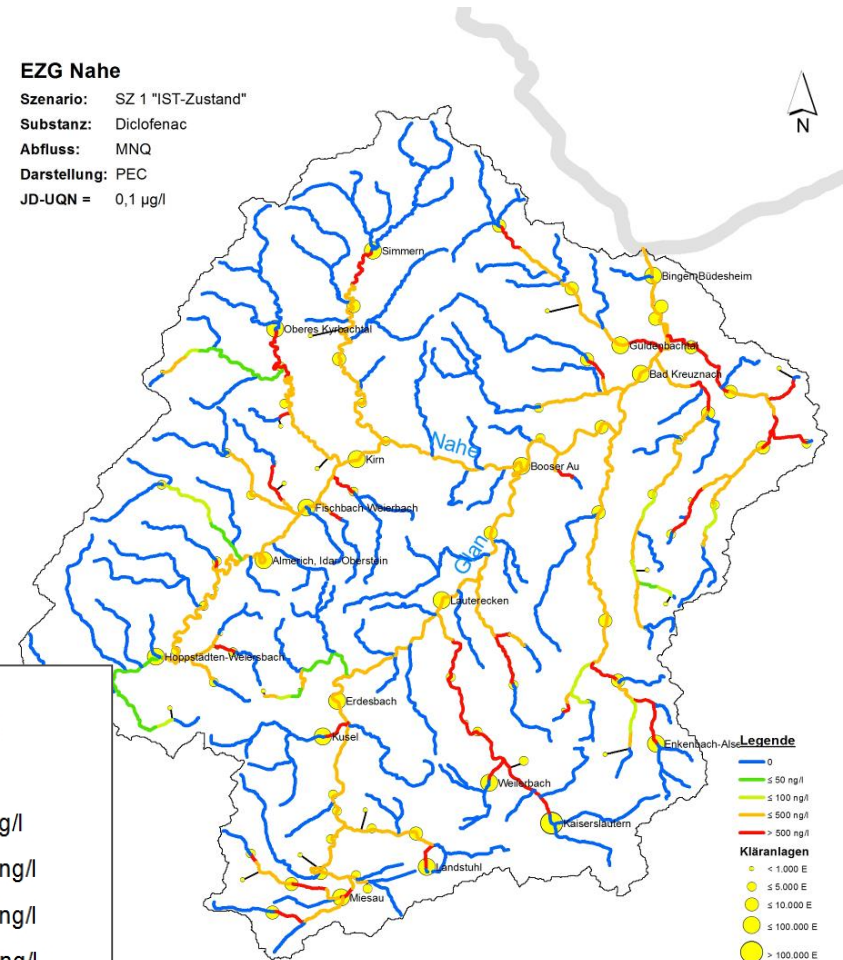


(Diclofenac)

Gewässerabfluss: **MNQ**

EZG Nahe

Szenario: SZ 1 "IST-Zustand"
Substanz: Diclofenac
Abfluss: MNQ
Darstellung: PEC
JD-UQN = 0,1 µg/l

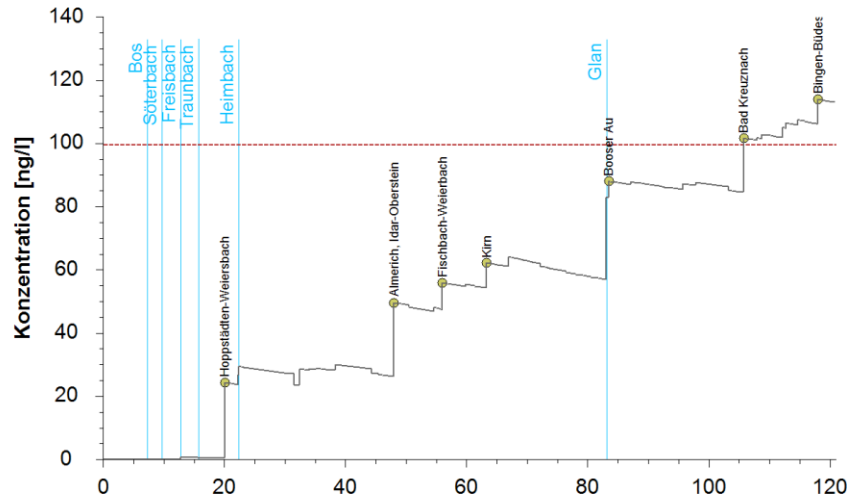


Legende

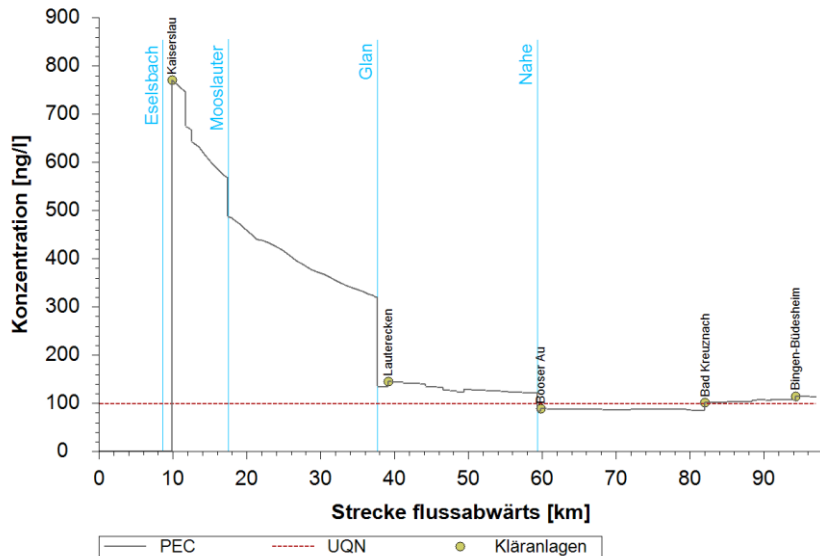


Konzentrationsprofil

SZ 1 - Profil Nahe

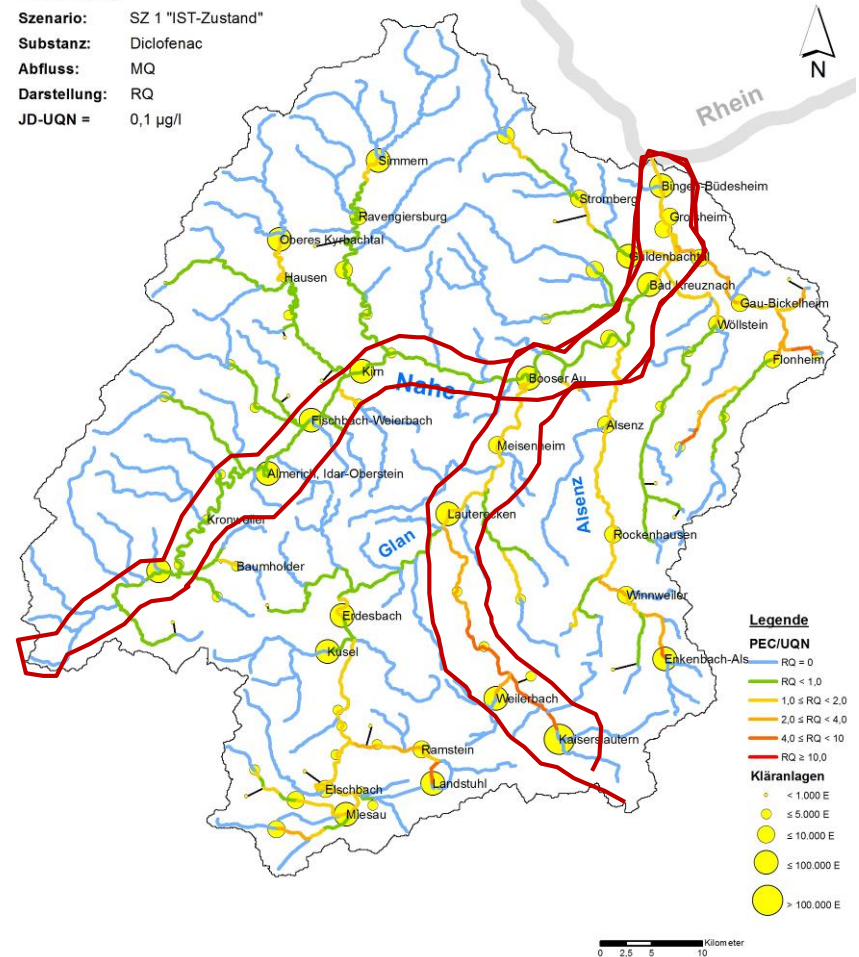


SZ 1 - Profil Lauter-Nahe

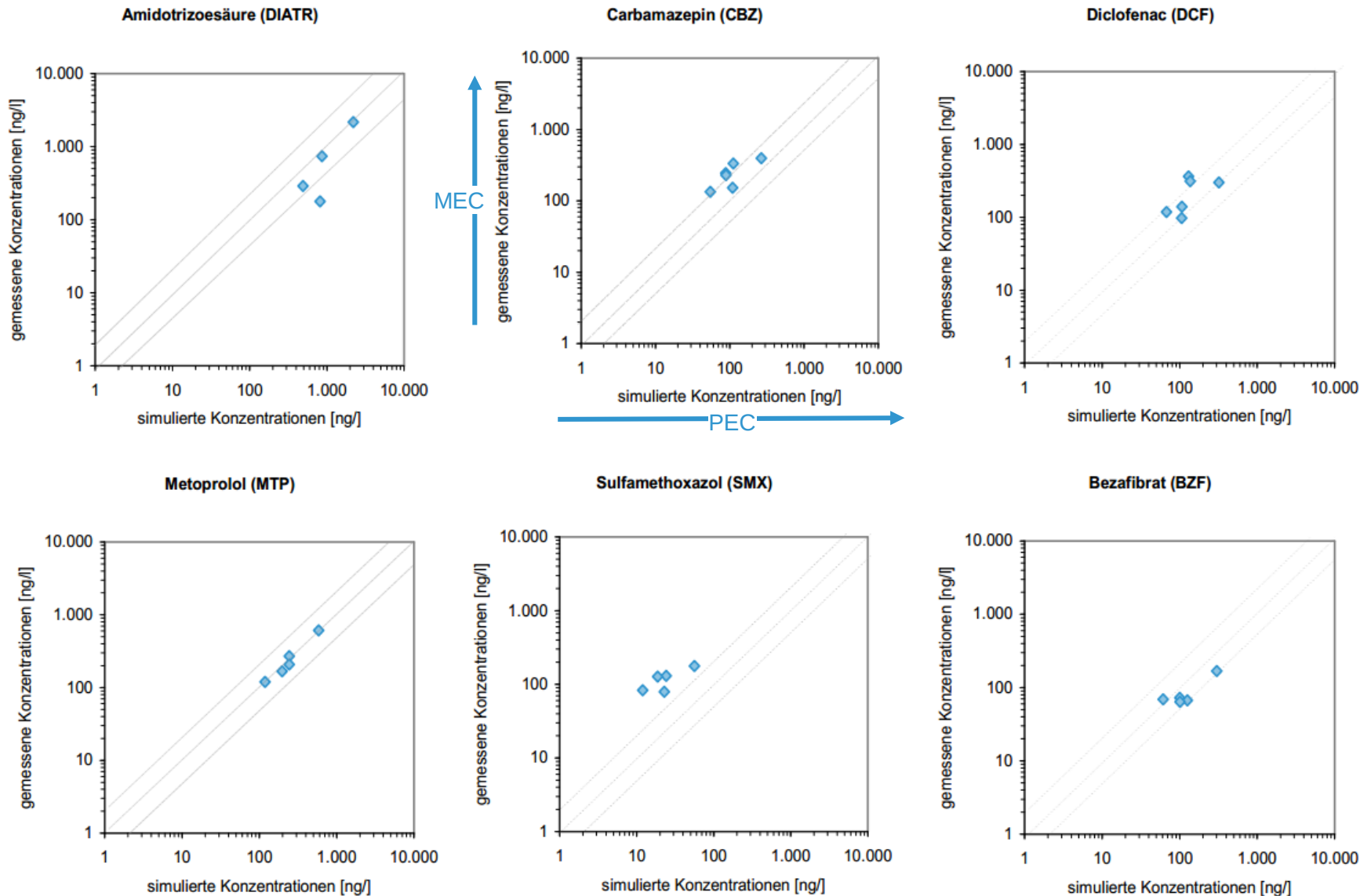


EZG Nahe

Szenario: SZ 1 "IST-Zustand"
 Substanz: Diclofenac
 Abfluss: MQ
 Darstellung: RQ
 JD-UQN = 0,1 µg/l

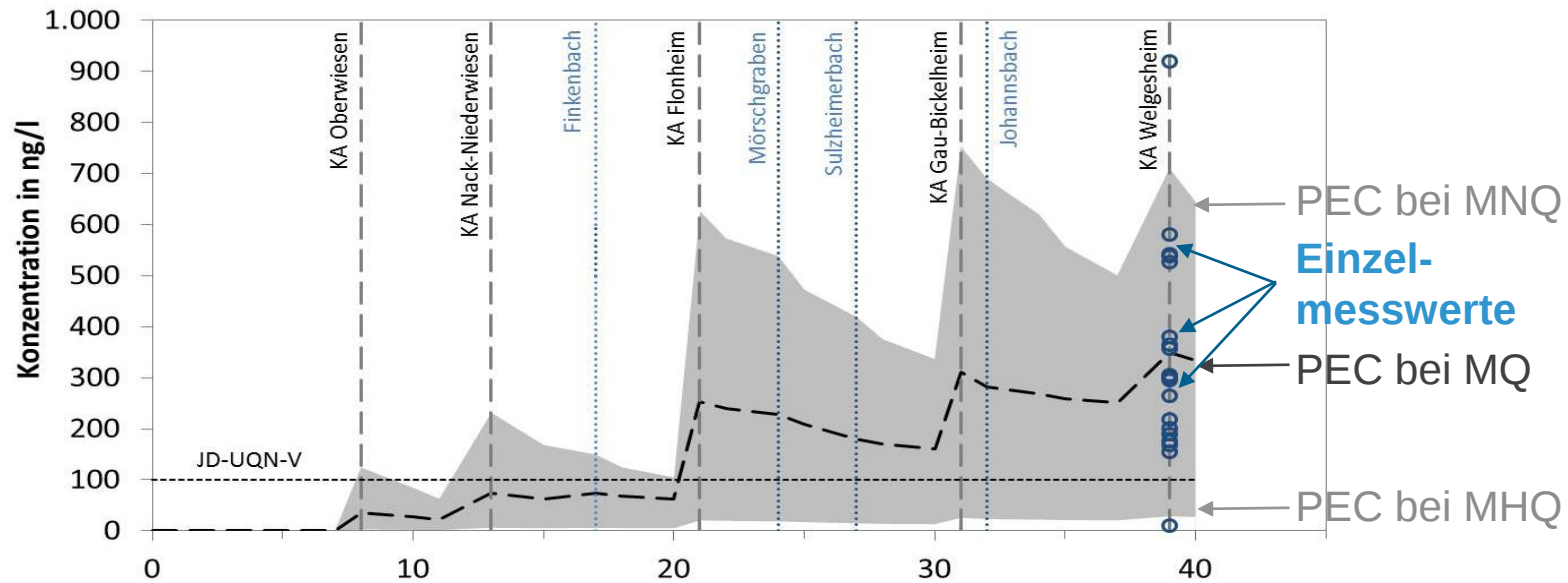


Modellabgleich mit mittleren Messwerten

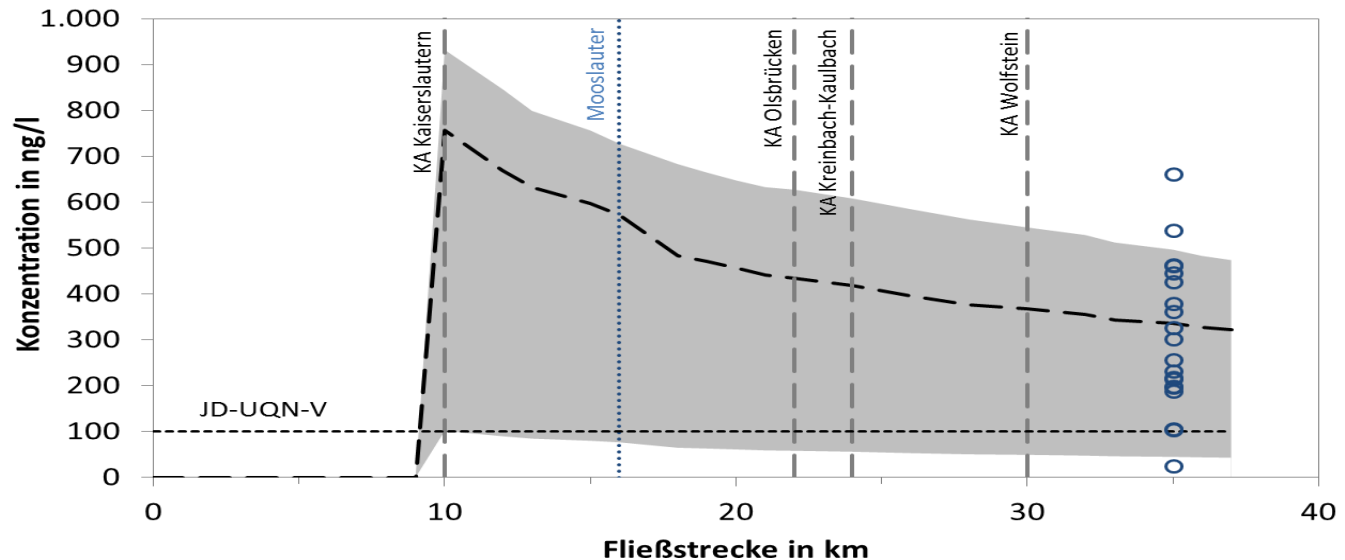


Modellabgleich mit Einzelmesswerten

Wiesbach



Lauter



Bewertung über Qualitätskriterien

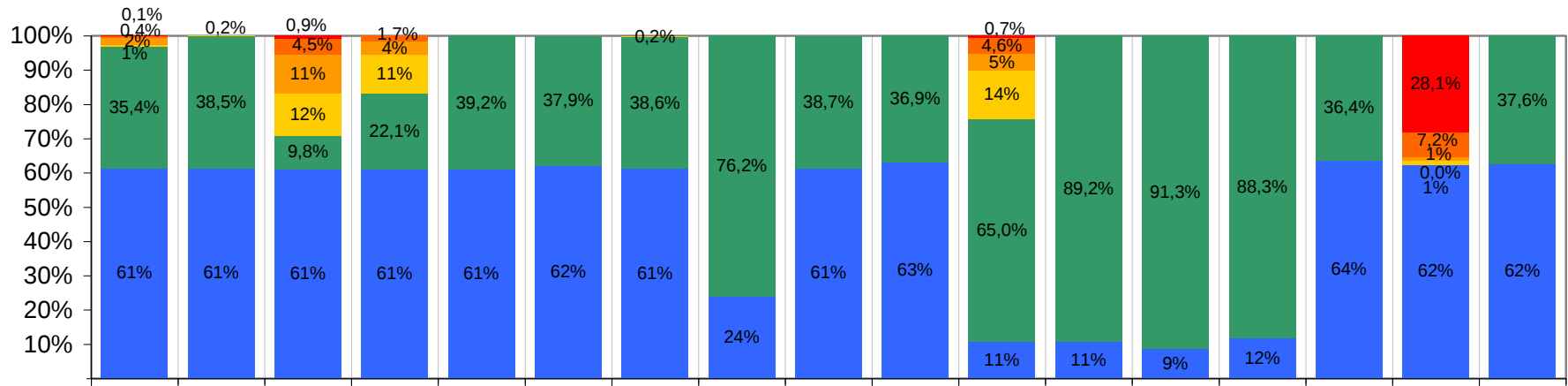
Rot = gewähltes Qualitätskriterium		PNEC	JD-UQN (oekotoxzentrum, 2013)	GOW UBA(2014)	TrinkwV 2001 (2013)	weitere UQN versch. Quellen
		[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
Pharmaka	DIATR	0,01	k. A.	1,0		
	CBZ	0,5	0,5	0,3		0,5
	DCF	0,1	0,05	0,3		0,05, 0,1
	MTP	8	64			
	SMX	0,1	0,60			0,1
	BZF	k.A.	0,46			
PSM	CBD	k.A.	0,34		0,1	
	DEET	k.A.	41		0,1	
	DRN	k.A.	0,02		0,1	0,2
	GPS	k.A.	108		0,1	28
	IPT	k.A.	0,32		0,1	0,3
	MCP	k.A.	3,6		0,1	0,1
	TBT	k.A.	0,065		0,1	0,065
Sonstige	PFOS	k.A.	230 ng/l			0,00065

Nachträgliche Auswertung der Anteile

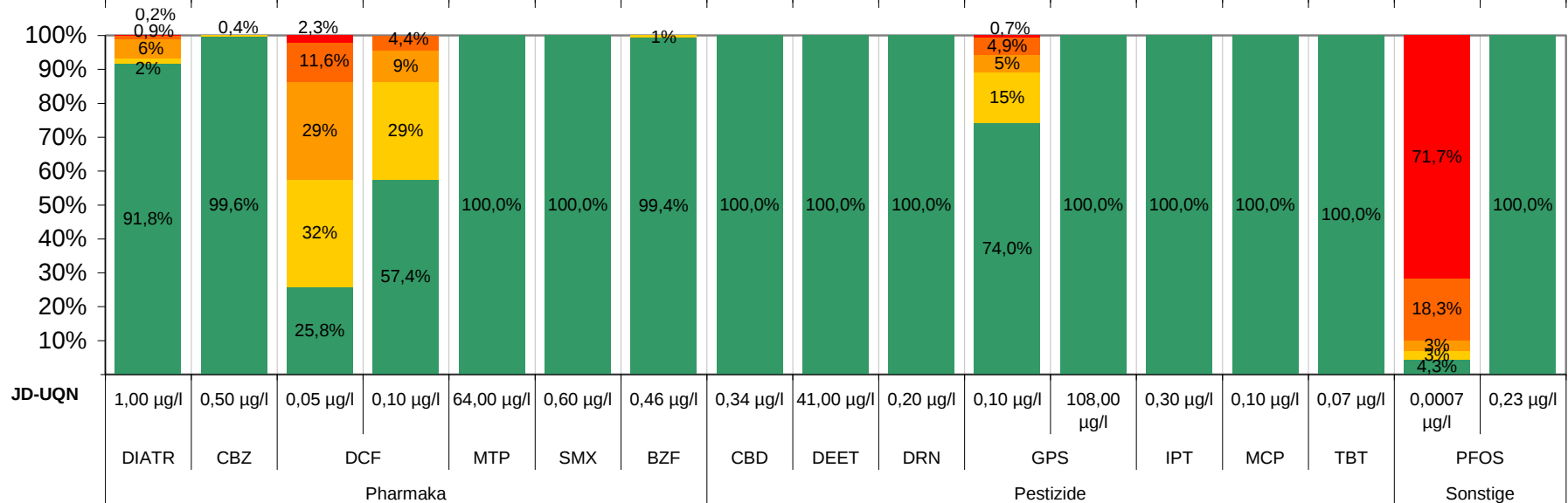
Risikobewertung EZG Nahe,
Szenario SZ1: IST-Zustand, MQ

■ RQ = 0 * ■ RQ < 1,0 ■ 1,0 ≤ RQ < 2,0 ■ 2,0 ≤ RQ < 4,0 ■ 4,0 ≤ RQ < 10 ■ RQ ≥ 10,0

gesamtes EZG (1.500 km)



belastetes EZG (600km)



Mögliche Maßnahmen (siwawi bezogen)

1. Erweiterte Spurenstoffelimination (4. RS)

- Integration von weiteren Reinigungsstufen auf ausgewählten Kläranlagen
- Für Modell ist die Vorgabe der Reinigungsleistung notwendig (hier: Diclofenac 85 %)



2. Zentralisierungen/Überleitungen (ÜL)

- Überleitung des Abwassers zu größerer KA
- In GREAT-ER können EW zugeordnet werden



Bild: stadt-koeln.de

3. Retentionsbodenfilter (RBF)

- dezentrale Behandlung der Mischwasserentlastungen
- z.T. bis zu 50% Reduktion möglich (Mertens et al. 2012)

4. Sonstige

- Kanalnetzsteuerung zur Reduzierung MWE?
- Optimierung KA-Betrieb (Schlammalter etc.)?



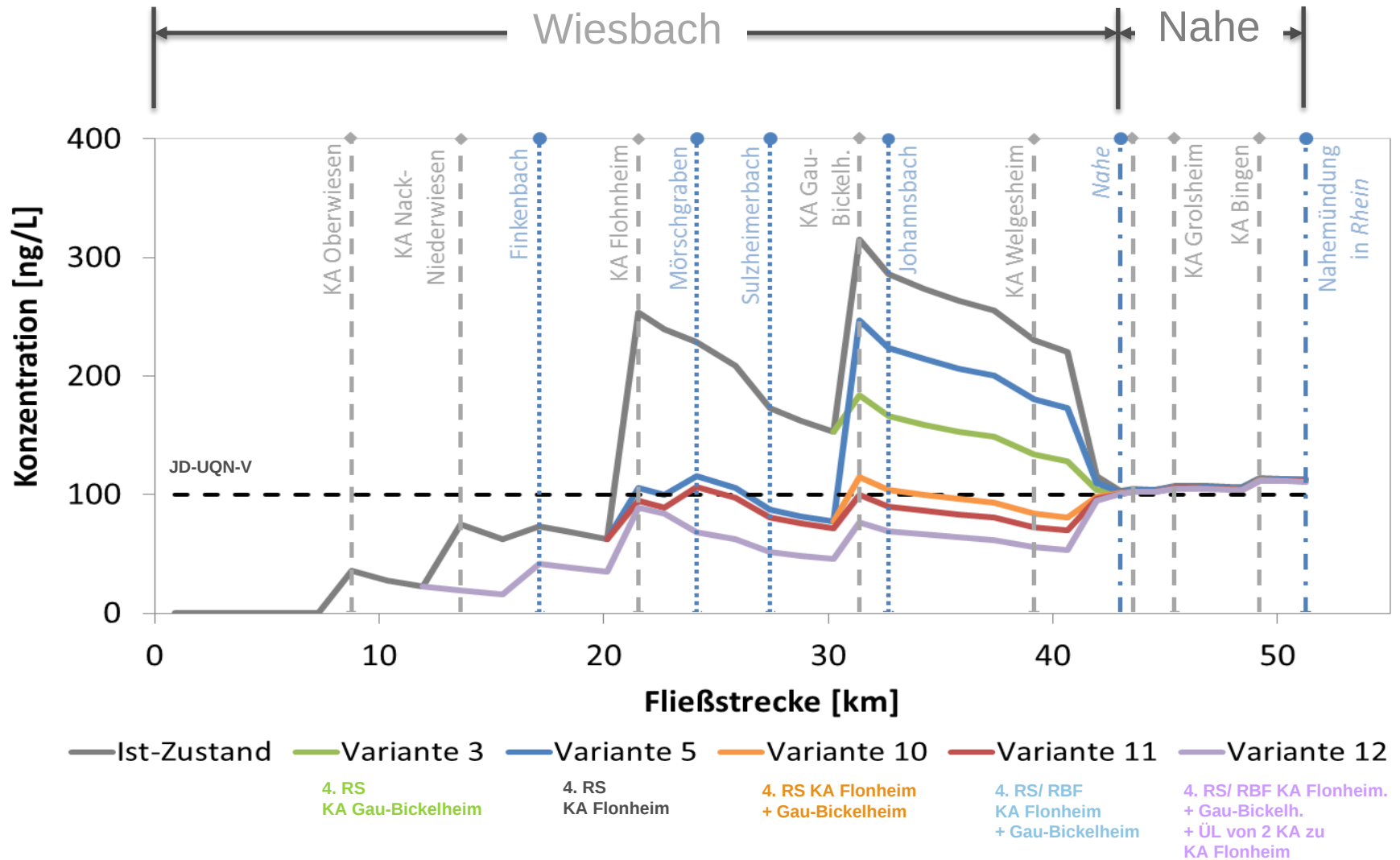
Bild: Mertens et al. 2012

„Maßnahmenmatrix“

Hier Beispielhaft für Teileinzugsgebiet „Wiesbach“

Variante	Abfluss	Gau-Bickelheim 13.000 E		Flonheim 14.500 E		Ensheim 3.600 E		Nack- Niederwiesen 1.300 E	
		KA	MWE	KA	MWE	KA	MWE	KA	MWE
Ist	MQ	-	-	-	-	-	-	-	-
	MNQ	-	-	-	-	-	-	-	-
3	MQ	4.RS	-	-	-	-	-	-	-
4	MQ	4.RS	RBF	-	-	-	-	-	-
5	MQ	-	-	4.RS	-	-	-	-	-
6	MQ	-	-	4.RS	RBF	-	-	-	-
7	MQ	-	-	4.RS	RBF	-	-	ÜL	-
8	MQ	-	-	4.RS	RBF	ÜL	-	-	-
9	MQ	-	-	4.RS	RBF	ÜL	-	ÜL	-
10	MQ	4.RS	-	4.RS	-	-	-	-	-
11	MQ	4.RS	RBF	4.RS	RBF	-	-	-	-
12	MQ	4.RS	RBF	4.RS	RBF	ÜL	-	ÜL	-
13	MNQ	4.RS	-	-	-	-	-	-	-
14	MNQ	-	-	4.RS	-	-	-	-	-
15	MNQ	4.RS	-	4.RS	-	-	-	-	-

Gewässerprofile je Maßnahme



- Welche Maßnahme ist effizient?
 - Beurteilung qualitätsbezogen: + km mit $RQ < 1$
 - Beurteilung frachtbezogen: - kg/a

Variante	Abfluss	Gau-Bickelheim		Flonheim		Ensheim		Nack-Niederw.		Nutzen	
		13.000 E		14.500 E		3.600 E		1.300 E		+ km QK < 1	- kg/a
		KA	MWE	KA	MWE	KA	MWE	KA	MWE		
Ist	MQ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	MNQ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	MQ	4.RS	-	-	-	-	-	-	-	0,0	1,1
4	MQ	4.RS	RBF	-	-	-	-	-	-	0,0	1,2
5	MQ	-	-	4.RS	-	-	-	-	-	5,4	0,6
6	MQ	-	-	4.RS	RBF	-	-	-	-	8,2	0,6
7	MQ	-	-	4.RS	RBF	-	-	ÜL	-	10,0	0,7
8	MQ	-	-	4.RS	RBF	ÜL	-	-	-	10,0	0,7
9	MQ	-	-	4.RS	RBF	ÜL	-	ÜL	-	14,2	0,8
10	MQ	4.RS	-	4.RS	-	-	-	-	-	14,6	1,7
11	MQ	4.RS	RBF	4.RS	RBF	-	-	-	-	20,0	1,8
12	MQ	4.RS	RBF	4.RS	RBF	ÜL	-	ÜL	-	26,0	2,0
13	MNQ	4.RS	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,7
14	MNQ	-	-	4.RS	-	-	-	-	-	0,0	0,2
15	MNQ	4.RS	-	4.RS	-	-	-	-	-	3,0	1,0

Fazit

- GREAT-ER eignet sich zur flächendeckenden Ergänzung eines Monitorings
- Eine Szenariobetrachtung unterstützt die Suche nach effiziente Maßnahmen
- Zentrale Maßnahmen auf Kläranlagen können zur Reduktion der aus Abwassersystemen emittierten Spurenstoffe beitragen
 - Zielwerte im Gewässer können jedoch nicht in jedem Fall erreicht werden
 - Handlungsbedarf im Bereich quellenorientierende Vorsorgemaßnahmen

Diskussionspunkte

- Hydraulische Kalibrierung auf **MedianQ (Q183)** statt MQ/MNQ empfohlen
- Betrachtung sollte. **kläranlagenspezifisch** erfolgen (statt homogen für das EZG)
- Durch **Integration von Phosphor** könnten Synergieeffekte aufgezeigt werden
- Evtl. noch **zeitliche Dynamisierung** sinnvoll (Aussagen für Betrieb einer 4.RS)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Yannick Taudien

ytn@wupperverband.de

www.wiwmbh.de

- n=12 Messwerte aus 10 Kläranlagenabläufen (Wupperverband)

